ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 MAI 1918.

PRÉSIDENCE DE M. P. PAINLEVÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *La station astronomique du Collège de Clermont* (première période) *et la mission astronomique de Siam*. Note [1] de M. G. **Bigourdan**.

Ce Collège intéresse l'Astronomie à divers titres : d'abord comme station où il a été fait un assez grand nombre d'observations célestes; puis parce qu'il a été comme le centre scientifique de beaucoup de missionnaires astronomes : ceux-ci, par leurs observations, contribuèrent aux progrès de la Géographie, inaugurés par les voyages de l'Académie pour la détermination des longitudes. Ce collège se rattache donc tout à la fois à l'histoire de l'Astronomie, à celle de nos colonies et au rayonnement de la France sur les pays éloignés.

Première période. — La première observation connue qu'on y ait faite est celle déjà mentionnée (I, 103 et 202; 52) [2] de l'éclipse de Soleil de 1652 avril 7-8 faite par le P. Bourdin [3] et Fr. Gaynot.

---

(1) Séance du 21 mai 1918.

(2) Pour les détails et les autorités sur les observations d'éclipses faites avant 1701, on pourra se reporter aux *Annales célestes de Pingré* que nous indiquons par la page et l'année; ainsi : 202; 52 signifie *Ann. cél.*, p. 202, correspondant à l'année 1652.

(3) Le P. Bourdin avait déjà observé à Paris les éclipses de Lune de 1645 février 10 (I, 102 et 175; 45) et de 1646 janvier 30 (I, 102 et 180; 46); mais on n'indique pas le point précis d'observation; il est plausible de penser que c'est au Collège de Clermont.

Pour les détails biographiques et bibliographiques relatifs à divers Jésuites que nous aurons à citer, voyez P.-C. Sommervogel, *Bibliothèque de la Compagnie de Jésus* (Abrév. : *Bibl.* S. J.).

Le même P. Bourdin y observa aussi, avec Boulliau, l'éclipse de Lune de 1653 mai 13; et l'on connaît (I, 105 et 207; 53) le Mémoire où il le publia.

D'autres jésuites, dont on ne donne pas les noms, y observèrent également les éclipses de Soleil de 1654 août 11 (I, 105 et 212; 54) et de 1659 novembre 14 (I, 106 et 239; 52).

Le Collége de Clermont fut un des centres assez nombreux (I, 107...) où se réunissaient les savants et les curieux de Paris, dans la période antérieure à la fondation de l'Académie des Sciences; et le *Journal des Savants*, alors dans sa première année, a conservé le souvenir d'une de ces réunions, tenue au commencement de 1664, à l'occasion de la comète qui brillait alors, et qui ne fut pas sans influence pour décider la fondation de l'Observatoire de Paris.

Le dixiesme de ce mois, dit-il page 41 de 1665, il y eut vne grande assemblée au College des Iesuites de cette ville, où se trouuerent Monsieur le Prince, M. le Duc, et M. le Prince de Conty, suiuis d'vn grand nombre de Prelats et dé Seigneurs de la Cour. On y rechercha les causes et les effets des Cometes.

Cette conférence, dans laquelle Roberval entre autres exposa ses idées, indique trois jésuites astronomes : le P. d'Arroüis, dont nous ne savons autre chose, un P. Garnier [1], et le P. Grandami [2]; celui-ci avait déjà observé la comète de 1618.

A cette époque, la fleur de la noblesse française était élevée dans ce collége, dont les méthodes étaient en avance sur celles de l'Université; d'ailleurs on y était attentif aux phénomènes célestes, comme le prouvent les thèses astronomiques [3] soutenues par divers élèves ainsi que certains

---

[1] Paraît être le P. *Jean* Garnier (Paris, 1612—†1681), qui professa les humanités, la philosophie et la théologie, et qui est l'auteur d'un système bibliographique apprécié; député à Rome en 1681, il mourut pendant le voyage à Bologne, le 26 octobre 1681.

[2] *Pierre Jacques* Grandami (Nantes, 1588 novembre 19—† Paris, 1672 février 12), observa à Bourges l'éclipse de Lune du 20 janvier 1628 (*Souciet*, III, 373) et composa, sur le cours de la comète de 1664-1665, un écrit qui, d'après Chapelain (*Lettres*, Paris, 1883, II, p. 390), « fit du bruit au païs latin ».

[3] Voy. *Bibl.* S. J., VI, col. 219-274, n°s 78, 79, etc.

C'est sans doute une de ces thèses que la *Bibliographie astronomique* de Lalande (p. 263) met sous le nom du P. Tarteron; elle a pour titre : De Cometa ann. 1664. et 1665. observationes mathematicæ. *Propagnabuntur a Ludovico* Prov *Parisino*, *In*

divertissements qu'on y donnait (comédies, ballets, etc.), basés sur des allégories célestes : le Ballet des *Comètes* (80), l'Empire du *Soleil* (103), la Jalousie de *Mars contre Apollon* (7), etc.

En mars 1672, le P. Pardies [1], averti par les Jésuites de La Flèche, observa au Collége de Clermont la comète qui paraissait alors, sans doute par alignements [2]; et sur l'avis qui en fut donné à l'Académie, J.-D. Cassini put la suivre encore 12 jours.

Quelques années après, d'autres observations y furent faites par le P. de Fontaney, que nous avons déjà rencontré à Nantes (I, 174), qui depuis quelques années professait les mathématiques dans ce collége, et que nous retrouverons dans les missions. Il y observa notamment les éclipses suivantes : 1678 octobre 29, ☾ (347; 78); — 1682 février 21, ☾ (366; 82); — 1684 juillet 12, ⊙ (386; 84) : c'est alors que le collége changea son titre primitif contre celui *Collége royal de Louis-le-Grand*.

Le P. de Fontaney y observa aussi la comète de 1680-1681 et publia les résultats dans un petit volume in-12 sous ce titre : OBSERVATIONS SUR LA COMÉTE *de l'année MDCLXXX et MDCLXXXI, faites au Collége de Clermont*. Paris, 1681, x-105 pages et planches.

Ces observations furent faites avec deux lunettes de 3 et de 12 pieds, qui sans doute ne portaient aucun organe de mesure, car les positions sont conclues de divers alignements, suivant la manière qu'employaient la plupart des astronomes de l'époque; de petites cartes célestes indiquent la position de la comète parmi les étoiles.

Le 3 janvier 1681, avec la lunette de 3 pieds, il s'aperçut, dit-il pages 27 et 28, que son étoile d est double ; c'est γ Petit Cheval (gr. 4), dont le compagnon (gr. 6,2) était éloigné d'environ 8′.

---

aula Collegii Claromontani Societatis Jesu, die Jouis 29 Januarii anni M.DC.LXV a prima ad vesperam. 12 pages in-4°. Louis Prou était-il élève du P. Tarteron? En tout cas, je ne vois pas que celui-ci soit cité dans cette Thèse.

Le P. *Jérôme* TARTERON, né à Paris le 7 février 1644, y mourut le 12 juin 1720; on voit qu'il aurait été bien jeune encore pour professer en 1665.

(1) *Ignace Gaston* PARDIES (Pau, 1636 septembre 5 — † Paris, 1673 avril 12) professa avec éclat les mathématiques à Louis-le-Grand; il eut Sédileau comme élève. A l'occasion de la comète de 1664-1665, il publia une méthode pour calculer l'orbite des comètes. Il est connu aussi par son *Atlas céleste*, par divers ouvrages classiques, etc. (Voy. PINGRÉ, *Cométographie*, I, 114-115.)

(2) *Journal des Savants*, numéro du 11 avril 1672.

Aux observations de position il joint aussi des observations physiques; et le 23 janvier 1685 il compara l'éclat de la tête de la comète à celui de la grande nébuleuse d'Andromède, dont elle se trouvait alors voisine : avec une forte lunette, dit-il page 79, « elles paroissoient d'une égale grandeur, et d'une mesme matiére; et l'on n'y remarquoit aucune différence, sinon que la Cométe estoit un peu plus éclairée ». Il déduit de ses observations que la comète a une parallaxe inférieure à celle de la Lune, et qu'elle ne décrit pas un grand cercle, contrairement à une opinion assez généralement admise. Pour lui, c'est un « météore céleste », c'est-à-dire plus éloigné que la Lune, dont la queue est une pure apparence, produite par les rayons solaires concentrés par la matière de la tête; aussi, conformément à l'opinion de Képler, il pense que les comètes ne reviennent pas.

Ni le P. de Fontaney, ni ceux qui avant lui avaient observé dans le même collége, ne parlent d'un lieu spécial où auraient été faites leurs observations; autrement dit, probablement le Collége n'avait pas d'Observatoire; mais dès 1674 il y existait déjà celui dont il sera question plus loin ([1]). Les instruments qu'on y avait employés étaient d'ailleurs assez ordinaires et sans doute ne comportaient pas de mesures. Aussi, en présence des perfectionnements apportés aux appareils, devenus plus coûteux, cette station était-elle appelée à disparaître, comme toutes celles que nous avons vu mourir faute de ressources importantes.

D'ailleurs, le P. de Fontaney lui-même, et quelques autres de ses confrères, allaient être appelés au loin par des circonstances dont il faut d'abord indiquer la genèse.

Période des missions. — A la suite de leurs grandes découvertes géographiques, commencées à la fin du xve siècle, les Portugais établirent de nombreux comptoirs sur les côtes et dans les îles de l'Asie méridionale, jusqu'en Extrême-Orient; et ainsi tout le commerce de l'Asie avec l'Europe, qui se faisait par l'intermédiaire des Arabes et des Vénitiens, tomba entre les mains des Portugais; ce fut une véritable révolution, qui substitua le port de Lisbonne à celui de Venise, tandis que le portugais devenait la langue commerciale de l'Asie.

([1]) Cela résulte du récit de la visite de Louis XIV, tel que nous le donne l'historien du Collége, p. 133 :

G. Emont. Histoire du College de Louis-le-Grand *ancien College des Jésuites à Paris*, depuis sa fondation jusqu'à 1830. Paris, 1845, in-8°.

Cette révolution était commencée depuis près d'un siècle, quand le passage momentané du Portugal sous la domination espagnole mit aux prises les Hollandais, révoltés contre Philippe II, avec les Portugais : ceux-ci perdirent peu à peu la plupart de leurs colonies, au profit surtout des Hollandais, puis des autres nations européennes.

A l'exemple de la Hollande, qui dès 1595 avait fondé pour le commerce une *Compagnie des pays lointains*, l'Angleterre en 1599, puis la France, etc. fondèrent des compagnies commerciales privilégiées. La première compagnie française, celle des *Indes orientales*, fut fondée par Henri IV (1604), reconstituée plusieurs fois, notamment par Richelieu en 1642, puis en 1664 par Colbert qui sut lui donner un élan remarquable : parmi les souscripteurs on trouve tous les grands noms de l'époque, y compris ceux du roi et de la reine.

Colbert aurait pensé aussi que les arts et les sciences de la Chine, encore peu connus en Europe, pouvaient fournir des lumières nouvelles et peut-être des procédés utiles aux manufactures françaises; mais il était difficile d'y introduire des correspondants, à cause de la défiance naturelle qu'y rencontrent les étrangers. On savait bien, toutefois, par l'expérience des missionnaires, que la considération n'y est accordée qu'à ceux qui cultivent les lettres et les sciences.

Enfin on désirait étendre en Orient les voyages entrepris par l'Académie des Sciences en vue de la détermination des longitudes; et pour cela on ne pouvait trouver, comme astronomes, des hommes mieux préparés que des missionnaires jésuites, admis d'ailleurs depuis près d'un siècle à s'établir en Chine.

La mort de Colbert fit ajourner pendant quelque temps ces projets, qui furent repris par Louvois, quand un roi de Siam, Phra Naraï, appela les Français avec insistance, par crainte des Hollandais sans doute [1].

C'est ainsi qu'en 1685 le chevalier de Chaumont, accompagné de l'abbé

---

[1] Pour des détails circonstanciés à ce sujet, voir :

L. Lanier. ÉTUDE HISTORIQUE SUR LES RELATIONS DE LA FRANCE ET DU ROYAUME DE SIAM, de 1662 à 1703. Versailles, 1883, in-8°. (Extrait des *Mém. de la Soc. des Sc. morales, des Lettres et des Arts de Seine-et-Oise,* t. XIII, année 1883.)

Pour la Bibliographie, voir :

Henri Cordier. BIBLIOTHECA INDOSINICA. *Dictionnaire bibliographique des ouvrages relatifs à la péninsule indochinoise.* 4 vol. in-4°. Publ. de l'École fr. d'Extrême-Orient. (Abrév. : *Bibl. I-Sin.*) La partie relative au *Siam* est au Tome I, col. 713-996.

de Choisy et d'une suite, avec deux navires de guerre, fut envoyé comme ambassadeur extraordinaire auprès du roi de Siam; et, un peu subitement à ce qu'il semble, on décida de faire partir en même temps des jésuites destinés à la Chine, qui se trouvaient tous au Collége de Louis-le-Grand : ce furent les PP. Bouvet, Gerbillon, Le Comte, Tachard et Visdelou, avec le P. de Fontaney leur aîné, comme supérieur (*Tachard*$_1$, 6).

L'ambassade française, arrivée devant Bankok le 22 septembre 1685, fut accueillie de la manière la plus flatteuse, et Phra Naraï demanda des officiers français pour commander sa flotte et ses principales forteresses. En même temps il annonça la construction prochaine de deux observatoires « à l'imitation de ceux de Paris et de Pékin », l'un à Siam ou Juthia (aujourd'hui Ayouthia) alors capitale, et l'autre à Louvo, 15 ou 20 lieues au nord-est de Siam, sur le Meinan, où il résidait 8 ou 9 mois de l'année. Enfin, tout en accordant à la Compagnie de commerce française divers avantages, il demanda des missionnaires astronomes en vue notamment de faire la carte de ses états : ce fut l'origine de la mission astronomique de Siam.

Mission astronomique de Siam. — Pour hâter l'arrivée des missionnaires demandés par le roi, il fut décidé que le P. Tachard irait les chercher, au lieu de continuer sa route par la Chine, et il revint en effet en France avec le chevalier de Chaumont et une ambassade siamoise envoyée à Louis XIV : le départ de Siam eut lieu le 14 décembre 1685 et l'arrivée à Brest le 18 juin 1686.

Les missionnaires choisis furent les PP. de Bèze, Bouchet, de la Breuille*, Colusson*, Comilh, Dolu, Duchatz, d'Espagnac*, Leblanc, Richaud* [1], Rochette, le Royer, de Saint-Martin* et Thionville* (*Tachard*$_2$, 3).

Mis en relation avec les membres de l'Académie des Sciences, ils en reçurent des instructions (*Tachard*$_2$, 3-4)

pour les observations Mathematiques, pour la connoissance de l'Anatomie et des Simples, pour apprendre à peindre les plantes et les animaux, pour la Navigation, et pour diverses autres remarques qu'ils avoient à faire dans les Pays étrangers.

Il n'y eut personne dans cette sçavante Academie, qui ne s'empressât de leur fournir tous les Memoires, dont ils jugeoient qu'ils pourroient avoir quelque besoin dans l'exe-

---

[1] Nous connaissons déjà le P. Richaud (I, 178); nous manquons de renseignements sur ceux dont les noms sont marqués d'un (*); quant aux autres nous les retrouverons.

cution de leurs projets. Les instrumens leur furent fournis par la liberalité du Roy; deux quarts de Cercle, deux pendules d'Observation, un anneau Astronomique, une machine Paralactique, divers demi-Cercles, et beaucoup d'autres moindres instrumens.

Après avoir reçu leurs brevets de « Mathématiciens du Roy » ils partirent tous de Brest, avec le P. Tachard, le 1er mars 1687, sur une escadre de six vaisseaux de guerre, qui ramenait l'ambassade siamoise et portait, avec des troupes, un nouvel ambassadeur extraordinaire, La Loubère, sa suite, et des présents, parmi lesquels étaient des lunettes de 6 et de 12 pieds, une machine de Römer pour la prédiction des éclipses, etc.

Pendant la première partie du voyage, les PP. Comilh et Richaud rectifièrent les cartes du ciel austral et calculèrent l'éclipse de Soleil du 11 mai 1687; ils s'assurèrent ainsi qu'elle pourrait être vue du lieu où se trouvait la flotte, ce qui eut lieu dans les conditions prévues, à la grande satisfaction des ambassadeurs siamois, qui « sont curieux de ces sortes de Phénomènes jusqu'à la superstition ».

L'arrivée au Cap eut lieu le 11 juin et l'on y séjourna jusqu'au 29; pendant les quelques jours passés à terre, les PP. Leblanc et de Bèze allèrent en excursion botanique et géologique, tandis que le P. Richaud parvenait, à travers un ciel toujours nuageux, à observer deux éclipses du premier satellite de Jupiter pour la longitude.

Entre le Cap et Batavia la petite flotte perdit beaucoup de soldats, ainsi que le P. Rochette (1) qui contracta une maladie à leur chevet.

A Batavia les Hollandais ne se prêtèrent pas à des observations astronomiques, et l'on en repartit le 7 septembre 1687 pour arriver 20 jours après dans la rade de Bankok.

Après quelque hésitation, le commandement des places importantes du Siam fut confié aux officiers français; mais la discorde se mit parmi les membres de l'ambassade; La Loubère songea bientôt à repartir, et le roi de Siam délégua en France, comme son ambassadeur, le P. Tachard, qui revint en effet avec La Loubère le 3 janvier 1688, ramenant douze enfants de Mandarins siamois pour être élevés au Collége Louis-le-Grand. Le 21 avril on arriva au Cap où l'on séjourna 10 jours, et l'on parvint à Brest le 27 juillet 1688.

---

(1) *Louis* ROCHETTE était né à Lyon le 2 avril 1646; il avait enseigné à Aix et à Marseille, et composé un *Traité des instrumens qui servent à observer en mer la hauteur des Astres*.... Marseille, 1686, in-12.

Mais déjà Phra Naraï était mort : le 18 mai 1688 le mandarin révolté Pitracha s'était emparé du roi et l'avait tué. Avec l'aide des officiers français, Constance Phaulkon son favori essaya de résister, mais il fut arrêté aussi et bientôt mis à mort. C'était la ruine de l'influence française dans le pays, que les missionnaires durent quitter pour tenter de gagner les comptoirs français de l'Hindoutan; et comme en Europe la guerre avait été déclarée entre la France et la Hollande, dans leur fuite plusieurs furent faits prisonniers par les Hollandais, dont les partisans avaient favorisé la révolte de Pitracha. Ainsi fut dispersée la mission astronomique de Siam, avant même de pouvoir commencer ses travaux.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX. — *Sur l'emploi de la bille Brinell pour l'essai des matériaux de construction.* Note de MM. **H. Le Chatelier** et **B. Bogitch.**

L'emploi de la bille Brinell pour l'étude des propriétés mécaniques des métaux est devenu aujourd'hui d'un usage tout à fait général. Les résultats ne sont pas plus précis que ceux de l'essai de traction, mais l'exécution en est infiniment plus rapide et plus économique. Ce mode d'essai semblerait *a priori* devoir être plus avantageux encore pour l'étude des matériaux de construction, mortiers de ciments, produits céramiques et pour toutes les matières qui se brisent sans déformation préalable, à condition cependant qu'elles soient assez poreuses pour permettre la pénétration de la bille sans rupture complète.

Actuellement, on essaie ces matériaux à l'écrasement, au moyen de presses hydrauliques puissantes, pouvant exercer, par exemple, une pression d'une cinquantaine de tonnes pour les briques ordinaires. C'est là un premier inconvénient ; ces presses très coûteuses ne peuvent se trouver que dans un petit nombre de laboratoires richement dotés. De plus, la rupture des matériaux, qui se brisent sans déformation permanente préalable, donne des résultats très irréguliers, parce qu'il suffit d'une petite fente amorcée accidentellement en un point pour provoquer la rupture de tout l'échantillon. On tâche de remédier à cette cause d'incertitude en multipliant les essais, de façon à ne retenir que les chiffres moyens. Pour les briques, par exemple, on va jusqu'à écraser 16 briques de chaque lot. Des écarts de résistance du simple au double sont tout à fait ordinaires. L'essai à la bille,

totalisant une infinité de petites ruptures partielles voisines, semble devoir donner des résultats plus concordants.

Sur le conseil de l'un de nous, M. Laborbe avait essayé d'appliquer cette méthode de la bille à l'étude des mortiers de ciment ([1]). Cette tentative n'aboutit pas, le contour des empreintes produites dans une masse aussi hétérogène qu'un mortier, étaient trop irrégulières pour se prêter à des mesures exactes.

Au cours de nos recherches sur les briques de silice, nous avons repris l'étude du même problème et pensons être arrivés à lever la difficulté qui s'était opposée jusqu'ici à l'emploi de la bille pour la mesure de la dureté des corps non malléables et poreux. Nous avons rendu possible la mesure précise du diamètre de l'empreinte en interposant entre la bille et la surface pressée une mince lame de clinquant qui se moule sur l'empreinte tout en gardant un contour très net. Nous employons des lames de clinquant recuit de $\frac{1}{20}$ de millimètre d'épaisseur, de 30^{mm} de largeur, noircies par l'hydrogène sulfuré au sein d'une liqueur légèrement acide. Après dessiccation, cette lame est frottée de vaseline puis fortement essuyée jusqu'à ce que sa surface prenne un aspect mat. Sous l'action de la bille, la surface ainsi préparée prend un beau poli, qui permet de mesurer très exactement le diamètre de l'enfoncement.

Nous avons opéré avec une bille de $17^{mm},5$ de diamètre, sous une pression de 500^{kg} maintenue pendant 1 minute.

Nous nous sommes d'abord assurés que l'interposition de la lame de clinquant ne modifiait pas le diamètre des empreintes; pour cela nous avons opéré sur des blocs de plomb et de cuivre. L'empreinte de la bille a été obtenue une première fois directement sur le métal, puis une seconde fois avec l'interposition de la lame de clinquant, le diamètre étant alors mesuré sur le clinquant lui-même. Voici les chiffres trouvés pour le diamètre des empreintes :

	Cuivre.	Plomb.
Empreinte directe........................	4,5	10,1
Lame de clinquant........................	4,5	10,1

Pour juger du degré de concordance des mesures, nous avons fait des séries de prises d'empreinte aux différents points de la surface d'un même échantillon :

([1]) *Revue de Métallurgie*, t. 6, 1909, p. 988.

Brique réfractaire argileuse.	6,0	6,1	6,0	6,1	6,2
Brique de silice dure	5,1	5,0	5,1	5,0	5,0
Brique de silice tendre	10,4	10,7	10,6	10,6	
Plâtre	10,3	10,3			
Calcaire grossier	5,8	5,8			
Mortier de ciment	7,0	7,1			

En tenant compte du fait établi par Brinell que la dureté varie sensiblement en raison inverse du carré des diamètres d'empreinte, on voit que les écarts avec la dureté moyenne sont :

	Pour 100.
Brique d'argile	3,3
Silice dure	2,0
Silice tendre	3,0
Mortier de ciment	1,5

Ce sont là des écarts infiniment faibles par rapport à ceux que donnent les mesures d'écrasement. Voici les résistances à l'écrasement, en kilogrammes par centimètre carré, de petits cubes de 2^{cm} de côté découpés dans les briques de silice ci-dessus :

Brique dure	188	240	260
Brique tendre	108	132	182

Les écarts sont dix fois plus grands qu'avec l'essai à la bille.

L'emploi de ce mode d'essai nous a permis de reconnaître un fait très important : l'existence fréquente d'une différence de dureté très grande entre les deux faces opposées d'une même brique. La face qui reçoit directement la pression pendant le moulage est souvent plus dure que celle qui se trouve au fond du moule. Voici quelques exemples de ces différences :

Face dure	4,5	5,2	8,3	6,3	8,8
Face tendre	8,4	6,8	10,4	8,3	12,0

On peut facilement suivre, sur les faces latérales des briques, leur variation progressive de dureté depuis le fond du moule jusqu'à la surface :

Face dure.	Face latérale.				Face tendre.
4,5	5,6	6,5	6,7	7,5	8,4

On évite cet inconvénient en donnant au moule une certaine dépouille,

c'est-à-dire une largeur plus grande vers le fond que du côté du piston compresseur. Voici les résultats obtenus sur trois briques d'un même lot fabriquées dans un moule présentant une dépouille de 3mm sur une épaisseur de 80mm :

	Côté piston.	Côté fond du moule.
Première brique	5,4	5,3
Deuxième brique	5,6	5,6
Troisième brique	5,9	6,3

Les différences, dans tous les cas très faibles, sont de signe contraire d'une brique à l'autre; elles tiennent donc à des circonstances accidentelles.

Ces mêmes expériences donnent une idée des écarts de dureté que peuvent présenter des briques d'une même fabrication et censées identiques. Ces différences peuvent tenir à un inégal remplissage du moule ou à des irrégularités de cuisson. La première cause semble plutôt être en jeu dans le cas présent, si l'on en juge par les densités apparentes 1,87-1,83-1,81 qui décroissent dans le même sens que la dureté.

Ces essais à la bille ont le grand avantage de pouvoir être exécutés avec des appareils portatifs et peu coûteux que toutes les usines peuvent se procurer. Ils permettront un contrôle direct de la fabrication, impossible jusqu'ici.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur le maximum du module de la dérivée d'une expression trigonométrique d'ordre et de module bornés.* Note de M. C. DE LA VALLÉE POUSSIN.

Soit $S(x)$ une expression trigonométrique entière d'ordre n de la forme la plus générale

$$S(x) = \sum_{k=0}^{n} (a_k \cos kx + b_k \sin kx).$$

Nous nous proposons de démontrer le théorème général suivant :

Si le module de S *ne surpasse pas* L, *celui de sa dérivée* S′ *ne surpasse pas* nL.

M. S. Bernstein a énoncé ce remarquable théorème pour les deux cas particuliers où S est paire ou impaire. Il suit de ces deux cas particuliers que le module de S′ ne surpasse pas $2n$L dans le cas général. Mais la

démonstration de M. Bernstein, qui est rigoureuse si S est paire, repose, quand S est impaire, sur une assimilation entre les deux cas en désaccord avec la réalité [1]. Il y a donc lieu d'y revenir. Nous allons donner une démonstration directe, très simple, de l'énoncé général. Cette démonstration fera appel à trois propositions préliminaires, la première bien connue.

1° *Une expression trigonométrique d'ordre* n, $S(x)$, *ne peut pas avoir plus de* $2n$ *racines non équivalentes. Chaque racine multiple est comptée pour autant de racines simples qu'il y a d'unités dans son ordre.*

Considérons la substitution

$$e^{ix}=t.$$

Elle fait correspondre à une même valeur de t une infinité de valeurs de x qui diffèrent d'un multiple de la période 2π et nous disons que de telles valeurs de x sont *équivalentes*. Deux valeurs de x qui ne vérifient pas cette condition sont *non équivalentes* et correspondent à des valeurs différentes de t.

Cette substitution transforme S dans une fonction rationnelle

$$S(x)=\frac{1}{2}\sum_{k=0}^{n}\left[a_k\left(t^k+\frac{1}{t^k}\right)+\frac{b_k}{i}\left(t^k-\frac{1}{t^k}\right)\right]=\frac{P_{2n}(t)}{t^n},$$

où $P_{2n}(t)$ est un polynome de degré $2n$. Or les racines de $S(x)$ sont données, avec leur ordre de multiplicité, par les racines du polynome $P_{2n}(t)$, ce qui justifie notre proposition.

Soit, en second lieu, $L'=L$. Donnons-nous un infiniment petit positif ε et considérons la différence

$$T-(1-\varepsilon)S.$$

Comme dans le cas précédent, cette fonction admet $2n$ racines non équivalentes, qui s'intercalent entre les termes de la suite (1) et forment une nouvelle suite

$$(2)\qquad \xi_1,\ \xi_2,\ \ldots,\ \xi_k,\ \ldots,\ \xi_{2n},\ \xi_1+2\pi\qquad (x_k<\xi_k<x_{k+1}).$$

Mais ces racines ξ_k dépendent maintenant de ε, de sorte que deux racines

---

(1) *Sur l'ordre de la meilleure approximation, etc.* (Mémoires publiés par la classe des Sciences de l'Académie royale de Belgique. Coll. in-4°, 2e série, t. IV, 1912.) La démonstration contestée est celle du paragraphe 11 et la critique porte sur le renvoi au paragraphe 2 à la fin de cette démonstration.

consécutives peuvent être infiniment voisines. Si l'intervalle (ξ_k, ξ_{k+1}) n'est pas infiniment petit, ξ_k et ξ_{k+1} sont, à la limite (pour $\varepsilon = 0$), deux racines distinctes de $T - S$ (*indépendant de* ε) et, entre elles, il y a une racine au moins η_k de $T' - S'$ *à distance finie* de ξ_k et de ξ_{k+1}. Si l'intervalle (ξ_k, ξ_{k+1}) est infiniment petit, comme il contient x_{k+1}, les points ξ_k, ξ_{k+1} et la racine intermédiaire η_k de $T' - S'$ se confondent avec x_{k+1}; mais les deux intervalles (ξ_{k-1}, ξ_k) et (ξ_{k+1}, ξ_{k+2}), contigus au précédent, sont finis, car ils contiennent respectivement x_k et x_{k+2}; et, par conséquent, la racine n_k est isolée de ses deux voisines η_{k-1} et η_{k+1}, en vertu de la conclusion obtenue dans la première hypothèse. Donc, à chaque intervalle de deux points ξ_k consécutifs, correspond une racine distincte de $T' - S'$, et le nombre de ces racines est encore $2n$.

Il est maintenant aisé de démontrer le théorème suivant, dont celui du début est la conséquence immédiate :

Théorème. — *Soit* $S(x)$ *une expression trigonométrique entière dont le module ne surpasse pas* L, *si le module de sa dérivée* S' *atteint* nL, $S(x)$ *est de la forme*

$$T(x) = L\sin(nx + C)$$

ou d'ordre supérieur à n.

Supposons d'abord que $|S'|$ dépasse nL. Déterminons la constante C comme plus haut (2°) et choisissons une constante $\lambda < 1$ de manière que $|\lambda S'|$ ait pour maximum nL. Alors $|\lambda S|$ a son maximum $< L$, donc $T' - \lambda S'$ a $2n$ racines distinctes (3°) et une racine double (2°), donc $2n + 1$ racines au moins. Cette expression (et, par conséquent, S) est d'ordre $> n$ (1°).

Supposons que $|S'|$ ait pour maximum nL. Dans ce cas, $T' - S'$ a $2n+1$ racines au moins comme dans le cas précédent, mais $T - S$ peut être identiquement nulle. Donc $S = T$ ou est d'ordre $> n$.

2° *Si la dérivée de* $S(x)$ *admet le même module maximum* nL *que la dérivée de*

$$T(x) = L\sin(nx + C),$$

où L *et* C *sont des constantes, la seconde arbitraire, on peut choisir la constante* C *de manière que la différence de ces dérivées* $T' - S'$ *ait une racine double.*

Soit ξ un point où $|S'|$ atteint son maximum nL; on a, en ce point,

$$S'(\xi) = \pm nL, \qquad S''(\xi) = 0.$$

Déterminons C par la condition que $\cos(n\xi + C) = \pm 1$ et ait le signe de $S'(\xi)$; on aura

$$T'(\xi) = \pm nL = S'(\xi), \qquad T''(\xi) = 0$$

et ξ est une racine double de $T' - S'$, car

$$T'(\xi) - S'(\xi) = 0, \qquad T''(\xi) - S''(\xi) = 0.$$

3° *Si le module maximum* L′ *de* S *ne surpasse pas* L, $T' - S'$ *admet au moins* $2n$ *racines distinctes et non équivalentes.*

Soit d'abord $L' < L$. Alors T donne son signe à la différence $T - S$ en chacun des $2n$ points non équivalents où $T = \pm L$. Soit

$$(1) \qquad x_1, \quad x_2, \quad \ldots, \quad x_k, \quad \ldots, \quad x_{2n}, \quad x_1 + 2\pi,$$

la suite de ces points embrassant une période. La différence $T - S$ est de signe alterné pour cette suite de points; elle admet donc $2n$ racines distinctes, une au moins dans chaque intervalle de deux consecutifs de ces points. Mais, entre deux racines de $T - S$, il y en a au moins une de $T' - S'$, ce qui fait $2n$ racines au moins de cette dérivée, non équivalentes et distinctes.

HYGIÈNE ALIMENTAIRE. — *Sur les succédanés du blé dans le pain de munition.* Note [1] de M. **Balland.**

Dans une Note communiquée à l'Académie le 16 avril 1917, il était question de divers essais entrepris pour suppléer à la disette du blé qui commençait à se manifester dans les premiers mois de 1915. En raison d'événements survenus depuis, de nouvelles expériences ont été faites sur les produits suivants :

Avoine. — On a songé aux farines d'avoine consommées en divers pays. Il n'y a pas eu d'essais, les réserves d'avoine suffisant à peine à la cavalerie.

Châtaigne. — Les pains présentés n'étaient que des galettes lourdes, compactes, plus ou moins colorées, confirmant les essais infructueux de Parmentier (1780). Toutefois, étant données la valeur alimentaire des châ-

[1] Séance du 21 mai 1918.

taignes et leur production annuelle en France qui atteint plusieurs millions de quintaux, il fut conseillé de les utiliser cuites à l'eau ou grillées.

Coton. — La farine provenant de tourteaux de coton avait l'aspect d'une poudre grossière très altérable formant une pâte sans cohésion. Les recherches du professeur Cornevin, de l'École vétérinaire de Lyon, ayant prouvé que les amandes des graines du cotonnier contiennent des principes susceptibles de se transformer en agents toxiques, et, d'autre part, des accidents mortels ayant été signalés à différentes époques sur des animaux de ferme nourris avec des tourteaux de coton, aucun essai n'a été fait dans l'armée.

Fénugrec. — Le fénugrec, dont la composition se rapproche de celle du pois chiche et auquel on attribue des propriétés favorables à l'engraissement, a été proposé par le service de l'intendance du nord de l'Afrique. Les essais ont été défavorables, la poudre de fénugrec, même à 1 pour 100, communiquant au pain sa saveur spéciale.

Fèves. — Les farines de fèves, notamment du Maroc, au taux d'extraction de 79 à 80, ont été utilisées sans inconvénient pour la saveur du pain, dans la proportion de 4 à 5 pour 100.

Haricots. — Des approvisionnements considérables de haricots du Brésil ont été employés dans les mêmes conditions que les fèves.

Maïs. — Les farines de maïs, extraites de 86 à 92, ont été mélangées dans les proportions de 10 à 20 pour 100.

Manioc. — Les farines de manioc sont utilisables comme le riz (10 à 20 pour 100).

Millet. — La farine du millet long d'Algérie (*Alpiste phalaris*), au taux d'extraction de 55, a été consommée dans la proportion de 3 à 4 pour 100.

Orge. — Les farines d'orge, aux taux compris entre 68 à 78, donnent des mélanges très acceptables, même à doses élevées (30 et 40).

Pois chiche. — Les pois chiches d'Algérie et d'Espagne ont donné jusqu'à 93 pour 100 de farines panifiables, utilisées dans les mêmes conditions que les farines de fèves et de haricots.

Pommes de terre. — Les essais prescrits par ordre ministériel dans plusieurs manutentions militaires n'ont pas donné de résultats avantageux. Les expé-

riences ont été faites simultanément en pétrissant 80 de farine de blé avec 20 de pommes de terre cuites ou crues. Si la pomme de terre en purée, ajoutée en petite quantité dans des pains de fantaisie, a pu être pratiquée avec succès par quelques boulangers, il n'en a pas été de même pour une fabrication aussi intensive que celle du pain de munition. Le rendement en pains a été inférieur et le prix de revient plus élevé; l'épluchage, le râpage, le broyage et la cuisson des pommes de terre nécessitant un surcroît de personnel et l'achat d'ustensiles spéciaux.

Sarrasin. — La farine de sarrasin à 72 d'extraction, farine très altérable, peut être ajoutée à la farine de blé dans la proportion de 10 à 15. Au delà, le pain devient noir.

Dans les villages de la Bresse où la culture du sarrasin est encore assez développée, on est revenu aux gaufres dont la consommation était si importante il y a une soixantaine d'années.

Seigle. — La farine de seigle, blutée entre 67 et 78, est utilisable dans la proportion d'un tiers et au delà correspondant aux farines de méteil.

Soja. — Les essais entrepris par M. l'officier d'administration Chatelain ont été plus satisfaisants que ceux obtenus avec d'autres légumineuses (arachides, fèves, haricots, pois chiches). La farine de soja exerce sur le gluten du blé une action plus intense que celle qu'on attribue communément à la farine de fève. A 10 et 15 pour 100 et même au delà, avec des farines légèrement torréfiées, les pains, plus substantiels, ont bonne saveur et conservent plusieurs jours l'état frais.

Sorgho. — Le sorgho n'a pas été compris dans les millions de quintaux de céréales reçus du nord de l'Afrique au début de la guerre. La farine, blutée à 47, a été utilisée depuis dans le pain.

Farines de battage des sacs. — On désigne sous ce nom les résidus laissés dans les magasins par le battage des sacs ayant contenu de la farine. Ces produits plus ou moins gris, présentant des débris de sacs et des organismes de toute nature, croquent fortement sous la dent. Ils laissent à l'incinération 3 à 4 pour 100 de matières terreuses. Le gluten qu'on en retire (18 à 20 pour 100) est très défectueux. L'emploi de tels produits a été formellement exclu de l'alimentation des troupes, même pour le fleurage du pain.

Conclusions. — Les succédanés agissent différemment sur le gluten du

blé. La farine de manioc à 10 et 20 pour 100 abaisse à 28 et 24 le gluten de la farine de blé en contenant 33 pour 100. Dans les mêmes conditions, les farines de maïs, orge, riz donnent approximativement 29 et 26; les farines de haricots, arachides et soja, 24, 27 et 30; dans ce dernier cas (soja), la panification se fait mieux, la mie est plus développée.

Les pains avec succédanés retiennent plus d'eau que les pains sans mélange (38 à 41 pour 100 au lieu de 36). La valeur alimentaire est parfois influencée, mais l'écart est moins sensible pour le soldat qui dispose d'une ration plus forte que le civil de 60 ans touchant 200^{g} d'un pain beaucoup plus hydraté que son ancien pain à 29 ou 30 pour 100 d'eau.

Par suite du contrôle exercé sur le nettoyage des grains au moulin, les taux d'extraction des moutures militaires sont généralement supérieurs aux taux des succédanés mentionnés au décret du 30 novembre 1917.

L'alimentation générale des troupes est aujourd'hui de beaucoup supérieure à celle de l'ensemble de la population. Le pain de guerre, en particulier, est exclusivement préparé, comme autrefois, avec des farines de froment blutées à 70 pour 100. De là, aux armées, un état sanitaire inconnu dans nos guerres antérieures.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. *Francotte*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 45,

M. Brachet	obtient.	44 suffrages
M. E.-E. Wilson	»	1 suffrage

M. **Brachet**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

COMMISSIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection de trois Membres de la division des Sciences mathématiques et de trois Membres de la divi-

sion des Sciences physiques qui, sous la présidence de M. le Président de l'Académie, formeront la commission chargée de présenter une liste de candidats pour chacune des trois premières élections dans la division, nouvellement créée, des *Applications de la Science à l'Industrie*.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 46, la majorité absolue des voix est réunie par :

M. Émile Picard, qui obtient	. . . . . .	39 suffrages
M. P. Appell »	. . . . . .	25 »
M. Henry Le Chatelier »	. . . . . .	40 »
M. Haller »	. . . . . .	39 »
M. Th. Schlœsing fils »	. . . . . .	36 »

La désignation d'un troisième Membre de la division des Sciences mathématiques donne lieu à deux nouveaux tours de scrutin.

Au dernier tour de scrutin, le nombre de votants étant 32,

M. J. Violle obtient . . . . 23 suffrages

MM. **Émile Picard**, **P. Appell**, **J. Violle**; **Le Chatelier**, **Haller**, **Th. Schlœsing** fils, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sont élus membres de la commission.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

1° Ernest Jovy. Quelques lettres de M. *Emery* au physicien *Georges-Louis Le Sage*, conservées à la bibliothèque de Genève.

2° Royal Ontario Nickel Commission. *Report and Appendix* 1917.

MM. **Henri Fayol**, **Paul-Frédéric Chalon** prient l'Académie de vouloir bien les compter au nombre des candidats à l'une des places de la Division, nouvellement créée, des *Applications de la Science à l'Industrie*.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses dans la série de l'α-naphtindol.* Note de M. J. **Martinet**, présentée par M. A. Haller.

Certaines amines primaires et secondaires aromatiques se condensent avec les éthers mésoxaliques ou leurs hydrates, les éthers dioxymaloniques, et donnent naissance à des éthers dioxindol-3-carboniques, comme M. A. Guyot et nous l'avons signalé ([1]).

Jusqu'ici, la réaction n'avait pas été étendue à d'autres amines primaires non para-substituées. Un essai de condensation de l'α-naphtylamine et du mésoxalate d'éthyle nous a permis d'arriver, de la même manière, à l'α-naphtodioxindol-3-carbonate d'éthyle :

$$C_{10}H_7NH^2 + C^2H^5CO^2-CO-CO^2C^2H^5 = C_{10}H_6\begin{cases}HN-CO \\ \quad | \\ \quad COH-CO^2C^2H^5\end{cases} + C^2H^5OH.$$

L'opération s'effectue en quelques minutes par mélange, en proportions équimoléculaires, d'amine et d'éther mésoxalique, au sein de l'acide acétique à l'ébullition. Le rendement est de 93 pour 100. Après cristallisation dans l'alcool, l'éther α-naphtodioxindol-3-carbonique forme de beaux cristaux massifs brillants (F. 201°).

Nous obtenons de la même manière l'éther méthylique correspondant (F. 268°). Ces éthers permettent de passer facilement à l'α-naphtodioxindol et à l'α-naphtisatine.

L'un quelconque d'entre eux, traité par la potasse, dans un courant d'hydrogène, à la température du bain-marie, puis acidulé par l'acide chlorhydrique étendu, est saponifié par perte de gaz carbonique et donne l'α-naphtodioxindol (formule I). C'est une poudre cristalline rosée (F. 247°).

Traités par la potasse aqueuse, au contact de l'air, les éthers α-naphtodioxindol-3-carboniques conduisent à l'α-naphtisatate alcalin. La solution de ce sel est jaune d'or, ce qui permet de reconnaître la fin de l'opération qui se fait avec des colorations intermédiaires d'un brun verdâtre. Cette

([1]) A. Guyot et J. Martinet, *Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 1625.

solution saline, acidulée par l'acide chlorhydrique étendu, donne un précipité jaune orangé d'acide α-naphtisatique, qui se lactamise facilement en α-naphtisatine rouge (formule II). Le rendement est de 95 pour 100 :

HN—CO, CH.OH

Formule I.

HN—CO, CO

Formule II.

Cette isatine forme de belles aiguilles rouges et fond à 225°, point de fusion indiqué par Hinsberg, qui le premier a préparé ce corps à partir du produit de condensation de l'α-naphtylamine et du dérivé bisulfitique du glyoxal [1]. Depuis C. et H. Dreyfus l'ont obtenue par action de l'acide sulfurique sur l'hydrocyancarbonimide correspondante et hydrolyse du produit formé [2].

Elle se dissout en vert dans l'acide sulfurique concentré. L'addition d'une goutte de solution benzénique de thiophène à 3 pour 100 fait virer au bleu la liqueur. Contrairement à l'affirmation d'Hinsberg, cette isatine donne donc bien la réaction de l'indophénine. La solution sulfurique de l'isatine absorbe les radiations rouges et violettes extrêmes; la même solution, additionnée de thiophène, présente une bande d'absorption nette pour les radiations de longueurs d'onde comprises entre $0^{\mu},61$ et $0^{\mu},56$. Ce spectre présente de grandes analogies avec celui de quelques indophénines examinées et obtenues à partir d'autres isatines. D'autre part, la teinte bleue est persistante alors que la solution verte (acide sulfurique sans thiophène) vire au rouge sous l'influence du temps ou de la chaleur.

Pour caractériser cette isatine nous en avons préparé la phénylhydrazone. Elle se forme, quoique lentement, par mélange des solutions alcooliques bouillantes des constituants. La présence d'une trace d'acide acétique, d'acide chlorhydrique, d'acide sulfurique, d'iode rend la réaction presque instantanée et conduit à un produit plus pur. C'est ainsi que la phénylhydrazone préparée de cette manière fond, après une cristallisation

---

(1) Hinsberg, *Ber. d. d. ch. Ges.*, t. 21, p. 117.

(2) C. et H. Dreyfus, Brevet allemand, Kl. 12*p*, Nr. 153418, et Kl. 12*o*, Nr. 152019.

dans l'alcool, à 286°, c'est-à-dire 16° plus haut que celle obtenue par Hinsberg.

Elle semble insoluble dans l'acide sulfurique à 55° B., l'addition de thiophène fait apparaître une belle teinte bleue. Nous n'avons pas pu obtenir la réaction de l'indophénine avec l'acide à 66° B.

INDUSTRIE. — *La fabrication de pâtes à papier, etc. avec les feuilles mortes.* Note de Mme **Karen Bramson**, présentée par M. Edmond Perrier.

En 1913, année moyenne, la France importait 500000 tonnes de pâte à papier, de l'Autriche et de l'Allemagne, ce qui représentait presque la moitié de la pâte employée en France dans cette année. Prix : 100 millions de francs payés par la France aux pays centraux.

L'Allemagne est en train de se faire un stock considérable de pâte à papier espérant pouvoir le jeter sur le marché de la France tout de suite après la guerre; connaissant la pénurie de matière première en France, à cause du déboisement, pendant la guerre, ainsi que l'énorme demande de matière de reconstruction qui aura lieu quand la paix sera signée, l'Allemagne espère pouvoir forcer la France à redevenir sa cliente. Il est donc important pour la France de trouver sur son propre sol un remplaçant du bois.

Il existe une vieille idée qui dit qu'il ne faut pas enlever les feuilles mortes des forêts. Bien entendu, à la longue, il serait nuisible d'enlever toutes les feuilles de toutes les forêts. Cependant, les arbres des parcs et des rues se trouvent bien, sans l'engrais des feuilles. Mais pour répondre à toute observation à cet égard, il est peut-être utile de préciser qu'il se trouve chaque année, en France, entre 35 et 40 millions de tonnes de feuilles mortes (chiffres obtenus par l'étude faite, sur cette question, par le directeur de l'école de Grignon) et que, pour fournir tout le papier dont la France aurait besoin pendant une année moyenne, il faudrait seulement 4 millions de tonnes. En outre, de ces 4 millions de tonnes on obtiendrait 2 millions de tonnes de sous-produits utiles.

Le ramassage des feuilles est facile à organiser, vu l'abondance de la matière; des femmes, des enfants, des réformés, des mutilés de la guerre pourront trouver là une facile et nouvelle source de bénéfice. Les feuilles sont utilisables toute l'année; on n'a donc pas besoin de s'occuper de les emmagasiner. Elles peuvent être transportées en blocs comprimés. Mieux

vaut installer des usines aux bords des grandes forêts où la matière première peut être prise au fur et à mesure de la fabrication.

Le procédé pour en faire de la pâte à papier est simple, rapide, et peu coûteux. Les feuilles sont écrasées et après l'écrasement on les sépare en deux parties : la *nervure* et la *poudre* (le limbe tombe en poudre après l'écrasement).

La nervure forme la matière première pour la pâte à papier.

La poudre fournit un combustible.

La nervure est soumise à un lessivage assez rapide, suivi de lavage et de blanchiment, et la pâte est faite.

En ce qui concerne la *poudre* combustible, il y a deux manières de l'employer : la comprimer sans mélange ou avec un mélange de poussier de charbon pour faire des briquettes. Mais mieux vaut une distillation sèche par laquelle j'obtiens un charbon relativement pur (poreux), riche en calories (6500 à 7000) et facilement agglomérable. En même temps j'en tire un goudron (qui a toutes les qualités du goudron, dit de Norvège), de l'acétone et de l'acide pyroligneux.

La poudre peut être employée comme aliment pour les bestiaux. Comme les parties cellulosiques de la feuille sont enlevées, il reste les matières assimiliables et nutritives; la valeur nutritive de cette poudre est presque égale à celle du foin. Mélangée avec de la mélasse comprimée en plaque cette matière peut donner un tourteau aussi bon que le tourteau de foin.

Le rendement de 1000^{kg} de feuilles est :

1° 250^{kg} de pâte à papier.
2° 200^{kg} de charbon pur (ou 500^{kg} de *poudre* alimentaire).
3° 30^{kg} de goudron, 1^{kg} d'acide pyroligneux, 600^{g} d'acétone.

INDUSTRIE. — *Sur la carbonisation et la distillation des tourbes, sciures de bois, ordures ménagères et autres produits organiques légers.* Note de MM. C. **Galaine** et C. **Houlbert**, présentée par M. Edmond Perrier.

I. On se rend compte, de plus en plus, que l'exploitation rationnelle des tourbes ne peut se faire que par des moyens industriels; malheureusement cette exploitation exige de gros capitaux. Les Sociétés qui seraient disposées à entrer dans cette voie semblent arrêtées par cette considération que, si la tourbe doit rester à un prix élevé quelques années après la guerre,

l'avenir de l'industrie tourbière n'en sera pas moins sérieusement menacé lorsque l'extraction des charbons de terre, dans tous les pays, aura repris son cours normal.

Il ne faut évidemment pas négliger ces éventualités; toutefois, il restera encore un bel avenir pour l'industrie des tourbes, parce que le rôle le plus important de ce produit ne réside pas uniquement dans l'exploitation des gisements comme combustible, mais bien dans la distillation de la tourbe elle-même ou du *tourbon* (1), au lieu et place du bois, pour la fabrication de l'acide acétique, de l'alcool méthylique, de l'ammoniaque et des goudrons, point de départ d'un si grand nombre de matières colorantes.

Pour les matières très denses, comme la houille, on peut employer de petites cornues rectangulaires, surbaissées, relativement étroites; mais pour les tourbes, qui sont des produits légers, il faudra, au contraire, des cornues de grande dimension, qui permettront une transmission plus facile de la chaleur de la périphérie vers le centre. A la suite de nos expériences, nous sommes arrivés à cette conclusion que c'est la cornue tournante qui donnera les meilleurs résultats. Dans l'appareil que nous avons imaginé, et dont la description suit, nous appliquons purement et simplement le principe des torréfacteurs de matières organiques : café, cacao, chicorée, etc.; nous y avons ajouté, cela va sans dire, un dispositif destiné à recueillir les gaz de la distillation, tout en nous efforçant de réaliser un appareil à marche continue.

II. Notre appareil se compose, en principe, de six cornues cylindriques, montées chacune sur un axe particulier, grâce auquel elles peuvent recevoir un mouvement régulier de rotation. Les différents axes, supportant les cornues, partent tous d'un pivot central pouvant aussi tourner, ce qui permet d'introduire successivement les cornues chargées de tourbe, à l'intérieur d'un four fixe semi-circulaire. En marche normale de l'appareil, il y a toujours trois cornues soumises à la distillation dans le four et trois à l'extérieur : l'une d'elles est en refroidissement, la deuxième en vidange et la troisième en remplissage. L'opération de carbonisation-distillation dure en moyenne 40 minutes, avec des cornues capables de contenir une tonne de tourbe, et faisant environ 10 tours à la minute; il ne nous paraît pas utile de décrire ici le mécanisme qui permet la mise en mouvement des cornues.

Pour permettre le départ des gaz provenant de la tourbe carbonisée, l'*axe creux* de chaque cornue est perforé à l'intérieur de celle-ci; les gaz peuvent alors se rendre

---

(1) Galaine, Lenormand et Houlbert, *Sur l'exploitation économique des tourbes de Châteauneuf-sur-Rance* (*Ille-et-Vilaine*) (*Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 133).

dans un collecteur central, placé dans l'axe du pivot, et, de là, passer dans des appareils appropriés où l'on en effectuera la distillation fractionnée.

Grâce au mouvement tournant dans les cornues sont animées, on obtient une transmission rapide de la chaleur du foyer; et, comme la chaleur agit sur une très grande surface, on réalise, en un temps très court, la carbonisation régulière de la tourbe, à une température aussi basse que possible, résultat difficile à obtenir par n'importe quel autre procédé.

III. Bien qu'il soit, en premier lieu et en principe, destiné à la carbonisation des tourbes séchées à l'air ou transformées en *tourbon*, notre appareil peut également servir pour la carbonisation et la distillation du bois, des lignites, des déchets de scieries, et de tous les résidus organiques plus ou moins complètement desséchés; il conviendrait notamment très bien pour la carbonisation des ordures ménagères dont la destruction serait ainsi rendue plus pratique et plus économique. Ce problème, qui doit préoccuper les services d'hygiène de toutes les grandes villes, permettrait, s'il était résolu dans ce sens, la transformation de déchets encombrants en briquettes et la récupération des nombreux produits gazeux qu'ils renferment, principalement l'ammoniaque comme engrais.

En résumé, trois caractéristiques intéressantes sont particulières à l'appareil dont nous présentons la description à l'Académie :

1° Cornues tournantes amenant successivement les substances à carboniser en contact avec la paroi chauffée;
2° Continuité parfaite dans la marche des opérations;
3° Facilité de vidange et de rechargement des appareils, avec séparation fractionnée des produits de la distillation.

Pendant la guerre, la tourbe doit suppléer la houille comme combustible; après la guerre, elle se substituera avantageusement au bois, par suite de sa richesse en produits de distillation.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *La greffe Soleil-Topinambour.* Note (¹) de M. H. **Colin** et Mlle Y. **Trouard Riolle**, transmise par M. Gaston Bonnier.

Différents auteurs ont étudié les influences morphologiques exercées par le sujet sur le greffon et réciproquement, dans la greffe Soleil annuel sur Topinambour et dans la greffe inverse Topinambour sur Soleil.

(¹) Séance du 21 mai 1918.

Relativement à la migration des hydrates de carbone du Topinambour dans le Soleil et *vice versa*, on ne possède que les travaux de Vöchting établissant que l'inuline ne franchit pas le bourrelet de la greffe; encore faut-il observer que les conclusions de l'auteur s'appuient sur des recherches purement qualitatives : l'inuline étant caractérisée sur des coupes par cristallisation.

En reprenant ces expériences nous poursuivions la solution d'un double problème :

1° La tige de Topinambour est-elle capable d'opérer à tous les niveaux, la condensation à l'état d'inuline des hydrates de carbone délivrés par un greffon Soleil ?

2° Deux plantes aussi voisines que l'*Helianthus annuus* et l'*Helianthus tuberosus* greffées l'une sur l'autre, en greffe totale, conservent-elles une autonomie suffisante pour que le signe optique de leur suc ne subisse pas de changement ?

La greffe Soleil-Topinambour est particulièrement indiquée pour éclairer ces problèmes; en effet, d'un bout à l'autre de la tige, le pouvoir rotatoire *global* des hydrates de carbone est positif dans le Soleil annuel; il est fortement négatif tout le long de la tige de Topinambour.

Il importe, dans ces recherches, d'éliminer toute cause d'erreur provenant de l'alimentation du sujet par ses propres feuilles; on prit donc soin, pendant toute la durée de l'expérience, de supprimer les feuilles au-dessous du bourrelet; de cette façon, le greffon seul alimentait le sujet.

Les plantes, hautes de $0^m,80$, furent greffées, fin juin, au voisinage du sommet; à la mi-octobre, elles atteignaient $1^m,50$ en moyenne; les sujets Topinambours portaient quelques tubercules plus allongés que normalement. On fit la récolte en prélevant sur les tiges, de part et d'autre du bourrelet, 50^g de matériel frais, immédiatement soumis à l'analyse dans le but de déterminer la nature et la proportion des hydrates de carbone; on a dosé séparément le réducteur, le saccharose, l'amidon et l'inuline [1].

---

[1] Les tubercules avaient sensiblement la même composition que ceux des plantes non greffées : 100^g de pulpe fraîche renfermaient en moyenne $0^g,050$ de réducteur, 1^g de saccharose et 5^g à 6^g d'inuline.

HYDRATES DE CARBONE RAPPORTÉS A 100g DE MATÉRIEL FRAIS.

	Parties analysées.	Réducteur.	Saccharose.	Amidon.	Inuline.	Signe optique du suc.
	Topinambour sur Soleil.					
		g	g	g	g	
A.	Greffon Topinambour..	0,51	1,26	»	5,06	—
	Sujet Soleil...........	0,40	0,70	0,50	0	+
B.	Greffon Topinambour..	0,73	0,98	»	5,74	—
	Sujet Soleil...........	0,51	0,85	0,57	0	+
	Soleil sur Topinambour.					
A'.	Greffon Soleil.........	1,47	0,70	0,32	0	+
	Sujet Topinambour....	0,42	0,33	»	2,42	—
B'.	Greffon Soleil.........	1,04	0,50	0,44	0	+
	Sujet Topinambour....	0,34	0,57	0	2,36	—

Le fait essentiel qui se dégage de ces analyses est le suivant : à quelque niveau que l'on ait fixé le greffon sur la tige et quel que soit le sens de la greffe (Soleil sur Topinambour ou Topinambour sur Soleil), il existe constamment, de part et d'autre du bourrelet, une discontinuité dans le signe polarimétrique des hydrates de carbone solubles du greffon et du sujet; le pouvoir rotatoire résultant est toujours positif dans le Soleil et négatif dans le Topinambour. Deux conclusions en découlent :

1° L'inuline du Topinambour ne pénètre pas dans le sujet Soleil, ou du moins elle y est rapidement transformée.

2° Le sujet Topinambour, alimenté par un greffon Soleil, affirme de même son autonomie en élaborant de l'inuline non seulement dans les tubercules, mais à tous les niveaux de la tige aux dépens des sucres dextrogyres dans l'ensemble, qui lui sont délivrés par le greffon.

BOTANIQUE — *La trace foliaire des Chrysobalanées.*
Note (¹) de M. F. MORVILLEZ, présentée par M. Guignard.

On a constaté, depuis longtemps, les différences qui existaient entre la trace foliaire des *Chrysobalanées* et celle de la plupart des *Rosacées*, dont cependant elles se rapprochent par la structure de leurs fleurs. Mais il ne semble pas qu'on se soit efforcé soit d'en rechercher les caractères communs, soit de rapprocher les *Chrysobalanées* d'une autre famille. De plus, les types de structure décrits, très dissemblables, semblaient tout à fait isolés les uns des autres (²); mais une étude plus approfondie révèle qu'ils sont des types extrêmes entre lesquels se placent un certain nombre de formes intermédiaires.

La trace foliaire de ces plantes est caractérisée par un anneau libéroligneux dont la face antérieure présente des variations très importantes; c'est, en effet, comme des dépendances de l'arc antérieur que doivent être considérées les masses conductrices incluses à l'intérieur de l'anneau.

Dans le pétiole, la trace foliaire comprend, outre ces éléments, deux anneaux plus petits qui s'unissent à l'anneau principal à la base du limbe.

Les éléments ligneux de la chaîne sont des vaisseaux et surtout des fibres à lumière étroite, apparues plus tardivement et qui constituent un procédé d'adaptation à la sécheresse très répandu, dans les différents groupes, chez les feuilles persistantes et coriaces. Ces fibres n'ont donc pas de valeur taxinomique particulière. Il n'en est pas de même des aspects de la trace qui sont les suivants :

1° La trace foliaire présente au milieu de l'arc antérieur une dépression qui, à peine indiquée chez beaucoup d'espèces du genre *Hirtella*, notamment chez *H. triandra* Sw. (*fig.* I), est très nette chez *H. glandulosa* Spreng. (*fig.* II).

2° Cette dépression peut augmenter beaucoup d'importance : sa région

---

(¹) Séance du 21 mai 1918.

(²) M. Petit a décrit la trace foliaire du *Moquilea guianensis*, où elle est « constituée par un anneau libéroligneux avec un faisceau intramédullaire à bois supérieur ». Chez le *Chrysobalanus Icaco*, le *Licania pallida*, le même auteur décrit la trace foliaire comme un anneau fermé, dans lequel les bords libres de la trace foliaire se rejoignent et s'unissent bout à bout, sans s'infléchir en dedans comme chez le *Couepia rivularis*.

postérieure s'étendra horizontalement en constituant un *plateau* (*fig.* III : *Parinarium excelsum* Sabine, p), limité à droite et à gauche par deux *arêtes* (*fig.* III : r^d, r^g) qui se relient au reste de l'arc antérieur par deux lignes courbes en forme de *crosses* (c^d, c^g). L'aspect de la trace foliaire est celui d'un anneau profondément déformé par l'enfoncement de sa face antérieure. Le *plateau* (p) est tapissé sur sa face interne par des fibres ligneuses; dans la concavité des *crosses* on trouve, outre ces fibres ligneuses, des vaisseaux du bois.



Fig. I à VIII. — Traces foliaires des Chrysobalanées.

I, *Hirtella triandra* Sw. — II, *Hirtella glandulosa* Spreng. — III, *Parinarium excelsum* Sabine: p, plateau; r^d, r^g, arêtes droite et gauche; c^d, c^g, crosses droite et gauche. — IV, *Licania parviflora* Benth; mêmes lettres. — V, *Moquilea guianensis* Aubl. — VI, *Moquilea sclerophylla* Mart. : s^e, système périphérique; s^i, système concentrique; f, faisceau intérieur. — VII, *Moquilea licanæflora* Sagot. — VIII, *Chrysobalanus Icaco* L.; l, îlot libérien.

Les traces figurées correspondent au sommet du pétiole. Le bois a été figuré par une teinte noire uniforme; le liber, par un pointillé.

3° Les *crosses* arrivent en contact par leurs faces convexes; la continuité de la chaîne est interrompue suivant ce point de contact, les tronçons symétriques se soudent : d'où la fermeture de la chaîne en avant et l'inclusion à l'intérieur d'un anneau *périphérique* d'une masse libéroligneuse (*masse médullaire*) à liber central et à bois périphérique, les éléments ligneux étant d'ailleurs répartis comme dans le cas précédent (*fig.* IV, *Licania parviflora* Benth.).

4° Le massif médullaire qui se détache du reste de la chaîne par le même mécanisme que dans le troisième cas, ne présente d'éléments ligneux que sur sa face antérieure; il a, par suite, l'allure d'un faisceau unipolaire (c'est le type que M. Petit a rencontré chez le *Moquilea guianensis* Aubl., *fig.* V).

C'est sur ce type que peuvent se produire les modifications suivantes :

α. Complication du système médullaire qui se dispose : ou suivant un anneau (*fig.* VI, *Moquilea sclerophylla* Mart. : s^i) concentrique à l'anneau périphérique (s^e) et renfermant parfois à son tour un faisceau intérieur (f); ou suivant plusieurs arcs (s^a, s^p) à bois antérieur (*fig.* VII, *Moquilea licaniæflora* Sagot).

β. Réduction du système médullaire dont la masse vasculaire se divise en un certain nombre de faisceaux parfois très réduits; elle peut n'être représentée que par des îlots libériens (*fig.* VIII, *Chrysobalanus Icaco* L.).

Au moment de l'émission des nervures, le système périphérique fournit, en une région d'émission unique, la majeure partie ou la totalité des éléments sortants. Quand le massif intérieur est suffisamment développé, il fournit les éléments de la face interne (¹) de la nervure émise. Si le massif intérieur est plus important encore, il contribue, de plus, après l'émission de la nervure, à combler la brèche qui en résulte pour le système périphérique.

En résumé : 1° une série de types de transition permet de passer insensiblement des traces à anneau simple aux traces à faisceaux médullaires; 2° les faisceaux médullaires peuvent atteindre un très haut degré de complexité; 3° des types, en apparence simples, renferment parfois des vestiges de systèmes médullaires (*Chrysobalanus*).

Les affinités de la trace foliaire des *Chrysobalanées* avec celle des *Rosacées* ne paraissent pas très étroites. Certaines traces de *Rosacées* présentent pourtant des caractères que nous retrouvons chez les *Chrysobalanées :* développement de l'arc antérieur chez les *Spirées* des sections *Sorbaria* et *Aruncus* (types à fruit sec) et chez les *Eriobotrya* (types à fruit charnu); réduction des deux régions d'émission de la trace foliaire à une chez nombre de *Rosacées*. Cependant, c'est avec la trace foliaire des *Cæsalpiniées* que celle des *Chrysobalanées* présente les analogies les plus curieuses. Les *Chrysobalanées* semblent, sous ce rapport, à égale distance des *Rosacées* et des *Légumineuses* et méritent à nos yeux de constituer une petite famille indépendante.

(¹) Nous appelons *face interne* d'une nervure sa face latérale la plus rapprochée de la nervure qui lui a donné naissance.

BOTANIQUE. — *Mitochondries et système vacuolaire.* Note (¹) de M. A. GUILLIERMOND, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans une précédente Note nous avons défini d'une manière aussi précise que possible ce que l'on doit entendre par mitochondries et nous avons montré que les plastides bien connues dans la cellule végétale ne sont autre chose que des mitochondries. Le fait rigoureusement démontré ne laisse place à aucun doute.

Telles ne sont pas cependant les idées de M. Dangeard qui, à la suite de ses belles recherches de cytologie, vient de formuler une opinion tout à fait différente de la nôtre sur la nature et le rôle du chondriome. L'éminent botaniste a établi que les vacuoles de toutes les cellules végétales renferment, en solution colloïdale, une substance qui n'était connue jusqu'ici que dans les végétaux inférieurs, la métachromatine. En observant, sur le vivant, l'origine des vacuoles, à l'aide de colorations au bleu de crésyl, M. Dangeard a constaté qu'elles se présentent, au moment de leur apparition, avec les formes qui caractérisent les mitochondries. Grâce à leur contenu métachromatique, ces vacuoles se colorent électivement par les méthodes mitochondriales. Aussi M. Dangeard admet-il que ce que l'on a décrit jusqu'ici sous le nom de mitochondries se rattache au système vacuolaire et que c'est à tort qu'on a confondu les éléments avec les plastides.

La question du chondriome a une importance capitale pour la physiologie cellulaire. Aussi dans l'intérêt scientifique et afin d'éviter pour l'avenir de regrettables confusions, il nous semble nécessaire de discuter la théorie de M. Dangeard, et de soutenir nos idées que nous croyons reposer sur des bases très solides.

A priori la théorie de M. Dangeard soulève une grave objection. On sait, en effet, que le chondriome n'est pas une formation transitoire, qu'il se présente sous forme d'un élément constitutif de la cellule, persistant par conséquent pendant toute la durée de vie de la cellule. Lorsqu'une cellule élabore un produit, si les mitochondries participent à cette élaboration, elles s'épuiseront, mais il en subsistera toujours d'autres qui ne joueront aucun rôle dans ce phénomène et qui en se multipliant pourront régénérer le chondriome. Or, les éléments décrits par M. Dangeard sont au contraire des éléments purement transitoires, puisque dès le début du développement ils se transforment en grosses vacuoles. Il n'en subsiste donc pas dans la cellule adulte. Aussi l'évolution

(¹) Séance du 29 avril 1918.

du chondriome telle que l'entend M. Dangeard montre que les éléments décrits par lui comme des mitochondries ne peuvent constituer tout le chondriome.

En fait, il est facile de démontrer que le système vacuolaire des cellules est nettement distinct du chondriome, du moins dans la majorité des cas, car on peut admettre que les éléments mitochondriaux peuvent se transformer en vacuoles dans certains cas.

Si nous examinons, par exemple, une coupe du méristème de la tige d'une plantule de Ricin, fixée et colorée par les méthodes mitochondriales, nous verrons que les cellules les plus jeunes renferment au sein d'un cytoplasme rempli de mitochondries un assez grand nombre de très petites vacuoles, que les méthodes mitochondriales les laissent absolument incolores. Les mitochondries, au contraire, toujours disposées dans le cytoplasme, se distinguent avec une netteté remarquable. En suivant l'évolution de ces cellules, on constate que les petites vacuoles grossissent et en se fusionnant finissent par constituer de grosses vacuoles, tandis que le chondriome poursuit une évolution tout à fait indépendante; une partie de ses éléments persiste, les autres se transforment en plastides. Il est donc démontré par cela même que les vacuoles ne sont pas colorables par les méthodes mitochondriales et que le chondriome est indépendant du système vacuolaire.

Enfin, à cette objection d'ordre morphogénique s'en ajoutent d'autres d'ordre histochimique. Les mitochondries qui sont parmi les éléments les plus vivants de la cellule ne se colorent que très difficilement par les colorants vitaux et seulement à l'aide de colorants très spéciaux (violet de Dahlia, de méthyle et vert Janus). Or, les éléments décrits par M. Dangeard ont été mis en évidence par de simples colorations vitales au bleu de crésyl qui ne colorent jamais les mitochondries, cela aussi bien dans la cellule animale que dans la cellule végétale.

Enfin, la métachromatine que M. Dangeard assimile à la substance mitochondriale offre des réactions histo-chimiques qui ne sont en rien comparables à celles des mitochondries.

Les mitochondries sont fort difficiles à fixer; on n'arrive à les conserver dans leur forme que par les fixateurs chromo-osmiques ou le formol. Les fixateurs ordinairement employés en cytologie, renfermant de l'alcool ou de l'acide acétique, dissolvent partiellement les mitochondries et déterminent des structures artificielles du cytoplasme dans lesquelles les mitochondries ne sont plus discernables. La métachromatine est beaucoup plus facile à fixer; l'alcool et les fixateurs renfermant de l'acide acétique l'insolubilisent parfaitement tout en lui donnant parfois une forme artificielle (précipitation de la substance lorsqu'elle est en solution) comme l'a très exactement observé M. Dangeard.

Après fixation par ces mélanges, elle présente une vive affinité pour les colorants basiques bleus ou violets d'aniline ainsi que pour l'hématéine qui lui donne une teinte métachromatique rouge violacé. Le résidu de la substance mitochondriale résultant de l'action des mêmes fixateurs ne présente jamais aucune affinité pour ces colorants ni aucune coloration métachromatique. Les mitochondries, d'autre part, ne sont colo-

rables que par l'hématoxyline ferrique, la fuchsine acide et le violet cristal. La métachromatine, au contraire, n'a pas d'affinité spéciale pour ces colorants qui la teignent d'une manière inconstante et peu stable. Enfin, par les méthodes mitochondriales, la métachromatine est insolubilisée, mais lorsque la préparation a été suffisamment régressée, elle n'apparaît pas colorée ou à peine.

Il ressort donc nettement de l'ensemble de ces faits que le chondriome décrit par M. Dangeard ne correspond pas, par son évolution, comme par ses caractères histo-chimiques, au chondriome. Il représente donc, ou des éléments distincts des mitochondries, ou une partie du chondriome en voie de subir, dans certaines cellules, une évolution spéciale.

La séance est levée à 16 heures trois quarts.

A. Lx.